

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-115033

(43)Date of publication of application : 21.04.2000

(51)Int.Cl.

H04B 3/23

H03H 17/02

H03H 21/00

(21)Application number : 10-277089

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 30.09.1998

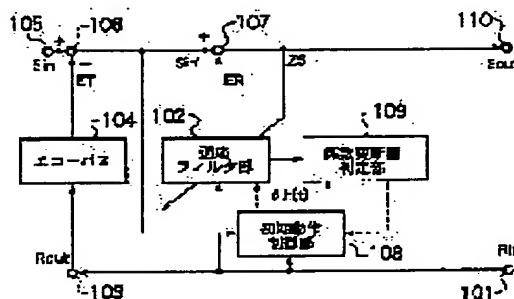
(72)Inventor : ARIYAMA YOSHIHIRO

(54) ECHO CANCELER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately specify an initial delay quantity variable with environment, etc., and to reduce a calculation quantity and a memory.

SOLUTION: This echo canceler for canceling echoes by using adaptive algorithm is provided with an adaptive filter part 102 which composes a dummy echo by analyzing characteristics of an echo path, an initial operation control part 108 which controls initial operation when the states of a far-end input and a near-end input match set standards (when the mean power of the near-end input and far-end input is less and larger than a certain threshold), and a coefficient update quantity decision part which finds the tap coefficient indicating the largest update quantity by evaluating the time mean of update quantities by tap coefficients and decides that the section before the tap coefficient is an initial delay. Here, a decision may be made on the basis of a found section where the time mean of the sums of squares of every arbitrary number of update quantities of tap coefficients varies.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3241328

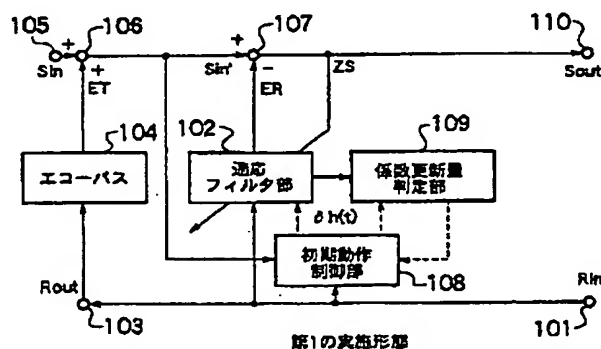
[Date of registration] 19.10.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



【特許請求の範囲】

【請求項1】 適応アルゴリズムを用いてエコー消去を行うエコーキャンセラにおいて、エコーバスの特性を分析して擬似エコーを合成する適応フィルタ部と、

遠端入力と近端入力の状態が設定基準に適合したときモードを切り替えて初期動作の制御を行う初期動作制御部と、

上記適応フィルタ部のタップ係数ごとの更新量の時間平均を評価して最大の更新量を示すタップ係数を見つけ、そのタップ係数をもとに初期遅延を判定する係数更新量判定部とを備えたことを特徴とするエコーキャンセラ。

【請求項2】 適応アルゴリズムを用いてエコー消去を行うエコーキャンセラにおいて、エコーバスの特性を分析して擬似エコーを合成する適応フィルタ部と、

遠端入力と近端入力の状態が設定基準に適合したときモードを切り替えて初期動作の制御を行う初期動作制御部と、

上記適応フィルタ部のタップ係数の更新量を任意個数ごとに自乗和する係数更新量小区間積算部と、この自乗和の時間平均を評価して、自乗和の時間平均が変化する区間を見つけ、その区間をもとに初期遅延を判定する係数更新量判定部とを備えたことを特徴とするエコーキャンセラ。

【請求項3】 適応アルゴリズムを用いてエコー消去を行うエコーキャンセラにおいて、エコーバスの特性を分析して擬似エコーを合成する適応フィルタ部と、

遠端入力と近端入力の状態が設定基準に適合したときモードを切り替えて初期動作の制御を行う初期動作制御部と、

遠端入力と近端入力と残差出力の状態から初期化動作を判断する初期化判定部と、

この初期化判定部の司令により、初期動作と通常動作のモードを切り替え、初期動作の制御を行う初期動作制御部と、

適応フィルタのタップ係数ごとの更新量の時間平均を評価して、最大の平均係数更新量を示すタップ係数を見つけ、このタップ係数をもとに適切な初期遅延を選択する係数更新量判定部とを備えたことを特徴とするエコーキャンセラ。

【請求項4】 適応アルゴリズムを用いてエコー消去を行うエコーキャンセラにおいて、エコーバスの特性を分析して擬似エコーを合成する適応フィルタ部と、

遠端入力と近端入力と残差出力の状態から初期化動作を判断する初期化判定部と、

この初期化判定部の司令により、初期動作と通常動作のモードを切り替え、初期動作の制御を行う初期動作制御

部と、

適応フィルタのタップ係数の更新量を任意個数ごとに自乗和する係数更新量小区間積算部と、

この自乗和の時間平均を評価して、自乗和の時間平均が変化する区間を見つけ、その区間をもとに適切な初期遅延を判定する係数更新量判定部とを備えたことを特徴とするエコーキャンセラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、エコーキャンセラに関するものである。

【0002】

【従来技術】 自動車の車内でのハンズフリー携帯電話や、テレビ会議などにおける音響エコーの消去のために、エコーキャンセラが用いられている。このエコーキャンセラには、エコーバスの変動や、外來雑音などに柔軟に対応するため、適応アルゴリズムが用いられている。エコーキャンセラに用いられる適応アルゴリズムには以下の文献、

「適応フィルタの概要」日本音響学会誌 48巻7号(1992) P. 489～P. 492に示されるようなLMS法や学習同定法などがある。これらのアルゴリズムは、比較的軽量の計算量と安定な動作から、エコーキャンセラの適応フィルタとしてよく利用されている。

【0003】 ところが、対象となるエコーバスが長大になるに従って、より多くの適応フィルタのタップ係数が必要となり、計算量、メモリーが多量に必要となる。換言すれば、初期遅延が大きくなるにしたがって適応フィルタの演算規模が大きくなる。これは、適応アルゴリズムの如何に関わらず生じる問題である。

【0004】 この問題に対して、エコーバスのインパルス応答の構造に着目し、その初期遅延の部分のタップ係数を省略することで計算量の削減を図る手法が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述のように初期遅延の部分のタップ係数を省略する場合、省略対象のタップ係数を特定しなければならないため、インパルス応答の初期遅延があらかじめわかっている必要がある。このため、環境等によってその初期遅延が変化する音響エコーキャンセラでは、その都度、初期遅延を観測する必要がある、利用が難しいという問題点がある。

【0006】 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、環境等の影響で変化する初期遅延量を正確に特定することで、計算量を減少させてメモリーを小さくすることができるエコーキャンセラを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を達

成するために、インパルス応答の初期遅延を観測する方法として、適応フィルタの係数更新量を利用する方法を提案する。適応フィルタの動作によって、インパルス応答に即した係数が更新される際に、初期遅延に相当する部分はその更新量が少ないことを利用する。この初期遅延量を探索する手法によって、より少ないメモリ及び計算量でインパルス応答の適応が可能になり、ひいてはより長いインパルス応答への対応を実現することができる。

【0008】即ち、適応フィルタを用いたエコーキャンセラアルゴリズムにおいて、収束動作の初期状態における適応フィルタのタップ係数の更新量を評価関数としてエコーバスの初期遅延を導出し、それ以降のインパルス応答に対して適応フィルタを駆動することで、より長いインパルス応答に対応できる効率的な適応フィルタを実現するものである。

【0009】第1の発明に係るエコーキャンセラは、適応アルゴリズムを用いてエコー消去を行うエコーキャンセラにおいて、エコーバスの特性を分析して擬似エコーを合成する適応フィルタ部と、遠端入力と近端入力の状態が設定基準に適合したときモードを切り替えて初期動作の制御を行う初期動作制御部と、上記適応フィルタ部のタップ係数ごとの更新量の時間平均を評価して最大の更新量を示すタップ係数を見つけ、そのタップ係数をもとに初期遅延を判定する係数更新量判定部とを備えたことを特徴とする。

【0010】前記構成により、初期動作においては、適応フィルタ部のタップ係数を初期化したのち、そのタップ係数を更新すると同時にタップ係数ごとに更新量を観察して、最大の更新量を示すタップ係数の位置を探索する。これにより見つけたタップ係数をもとにエコーバスの初期遅延を求める。即ち、最大の更新量を示すタップ係数の位置より前の区間を初期遅延と判断することができる。その後、初期遅延分を除外して学習同定法等の適応アルゴリズムを用いて適応フィルタの更新動作を行う通常動作に移行する。遠端入力と近端入力の状態が設定基準に適合することに上記の初期遅延探索の初期動作を行うことで、最適な適応フィルタを設定し、少ない計算量でより多くのエコーを消去する能力を実現する。

【0011】第2の発明に係るエコーキャンセラは、適応アルゴリズムを用いてエコー消去を行うエコーキャンセラにおいて、エコーバスの特性を分析して擬似エコーを合成する適応フィルタ部と、遠端入力と近端入力の状態が設定基準に適合したときモードを切り替えて初期動作の制御を行う初期動作制御部と、上記適応フィルタ部のタップ係数の更新量を任意個数ごとに自乗和する係数更新量小区間積算部と、この自乗和の時間平均を評価して、自乗和の時間平均が変化する区間を見つけ、その区間をもとに初期遅延を判定する係数更新量判定部とを備えたことを特徴とする。

【0012】前記構成により、初期動作においては、適応フィルタ部のタップ係数を初期化したのち、そのタップ係数を更新すると同時に、小区間ごとの更新量の自乗和を観察して、タップ係数の先頭側から小区間ごとの自乗和が大きく変化する位置を探索する。これにより見つけた小区間をもとにエコーバスの初期遅延を求める。即ち、大きく変化する小区間より前の区間を初期遅延と判断することができる。その後、初期遅延分を除外して学習同定法等の適応アルゴリズムを用いて適応フィルタの更新動作を行う通常動作に移行する。遠端入力と近端入力の状態が設定基準に適合することに、上記の初期遅延探索の初期動作を行うことで、最適な適応フィルタを設定し、少ない計算量でより多くのエコーを消去する能力を実現する。さらに、初期遅延探索をタップ係数の小ブロックごとに行うことで、計算量を削減する。

【0013】第3の発明に係るエコーキャンセラは、適応アルゴリズムを用いてエコー消去を行うエコーキャンセラにおいて、エコーバスの特性を分析して擬似エコーを合成する適応フィルタ部と、遠端入力と近端入力の状態が設定基準に適合したときモードを切り替えて初期動作の制御を行う初期動作制御部と、遠端入力と近端入力と残差出力の状態から初期化動作を判断する初期化判定部と、この初期化判定部の司令により、初期動作と通常動作のモードを切り替え、初期動作の制御を行う初期動作制御部と、適応フィルタのタップ係数ごとの更新量の時間平均を評価して、最大の平均係数更新量を示すタップ係数を見つけ、そのタップ係数をもとに適切な初期遅延を選択する係数更新量判定部とを備えたことを特徴とする。

【0014】前記構成により、初期動作においては、適応フィルタのタップ係数を初期化したのち、そのタップ係数を更新すると同時に、タップ係数ごとに更新量を観察して、最大の更新量を示すタップ係数の位置を探索する。これにより見つけたタップ係数の位置をもとにエコーバスの初期遅延を求めて、その後、初期遅延分を除外して学習同定法等の適応アルゴリズムを用いて適応フィルタの更新動作を行う通常動作に移行する。消去量の監視により初期化動作が必要な場合に速やかに初期化動作に移行して、上記の初期遅延探索の初期動作を行うことで、最適な適応フィルタを設定し、少ない計算量でより多くのエコー消去能力を実現し、エコーバスの変化に速やかに対応する。

【0015】第4の発明に係るエコーキャンセラは、適応アルゴリズムを用いてエコー消去を行うエコーキャンセラにおいて、エコーバスの特性を分析して擬似エコーを合成する適応フィルタ部と、遠端入力と近端入力と残差出力の状態から初期化動作を判断する初期化判定部と、この初期化判定部の司令により、初期動作と通常動作のモードを切り替え、初期動作の制御を行う初期動作制御部と、適応フィルタのタップ係数の更新量を任意個

数ごとに自乗和する係数更新量小区間積算部と、この自乗和の時間平均を評価して、自乗和の時間平均が変化する区間を見つけ、その区間をもとに適切な初期遅延を判定する係数更新量判定部とを備えたことを特徴とする。

【0016】前記構成により、初期動作においては、適応フィルタ部のタップ係数を初期化したのち、そのタップ係数を更新すると同時に、小区間ごとの更新量の自乗和を観察して、タップ係数の先頭側から小区間ごとの自乗和が大きく変化する位置を探索する。これにより見つけた小区間をもとにエコーバスの初期遅延を求める。即ち、大きく変化する小区間より前の区間を初期遅延と判断することができる。その後、初期遅延分を除外して学習同定法等の適応アルゴリズムを用いて適応フィルタの更新動作を行う通常動作に移行する。消去量の監視により初期化動作が必要な場合には、速やかに初期化動作に移行して、上記の初期遅延探索の初期動作を行うことで、最適な適応フィルタを設定し、少ない計算量でより多くのエコー消去能力を実現する。さらに、初期遅延探索をタップ係数の小ブロックごとに行うことで、計算量を削減して、エコーバスの変化に速やかに対応する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るエコーキャンセラの実施形態について添付図面を参照しながら説明する。

【第1実施形態】図1に本発明の第1の実施形態を示す。ここでは、エコーキャンセラに適用される適応アルゴリズムとして学習同定法を用いる。

【0018】端子101よりサンプル単位に入力される遠端入力信号 R_{in} は、近端出力103から出力されると共に、適応フィルタ部102に入力される。近端出力103から出力される信号 R_{out} ($= R_{in}$) は近端のエコーバス104でエコー信号 E_T を生じさせる。

【0019】近端信号源105からの入力信号 S_{in} は、遠端出力110から出力されるが、その途中で上記エコー信号 E_T が加算されてしまう。即ち、入力信号 S_{in} にエコー信号 E_T が近端入力106で加算され、近端信号 $S_{in'}$ となる。

【0020】この近端信号 $S_{in'}$ に対して、適応フィルタ部102等でエコー消去処理を行う。このエコー消去処理では、適応フィルタ部102の係数更新量を利用する。即ち、適応フィルタ部102の動作において、インパルス応答に即したタップ係数が更新される際に、初期遅延に相当する部分はその更新量が少ないことを利用する。タップ係数の更新量を評価関数として、エコーバスの初期遅延を導出し、それ以降のインパルス応答に対して適応フィルタを駆動する。具体的には次のようになっている。

【0021】(1) 初期動作

以下に、図3のフローチャートをもとに初期動作を説明する。

【0022】初期動作制御部108は近端出力 R_{out} ($= R_{in}$) と近端信号 $S_{in'}$ を受け、一定の基準に基づいて系の初期化を行い、初期動作を開始する。ここで一定の基準とは、例えば「近端入力の平均パワーが一定のしきい値以下で、遠端入力 R_{in} の平均パワーが一定のしきい値を越えるとき」などであり、諸条件に応じて設定基準を予め設けておく。

【0023】初期動作では、まず適応フィルタ部102のタップ係数をクリアし、初期遅延量をリセットする(ステップS1)。

【0024】適応フィルタ部102は時刻 t におけるインパルス応答のタップ係数 $h'(t)$ と遠端入力信号 R_{in} からエコーレプリカ E_R を計算する(ステップS2)。算出の式は以下の式による。なお、 $h'(t)$ 及び $x(t)$ はベクトルである。

【0025】

$$E_R = h'^T(t) x(t) \quad \dots\dots (1)$$

$x(t)$: 時刻 t から過去 n 個までの遠端入力信号 R_{in} 加算器107で近端信号 $S_{in'}$ ($= y(t)$) とエコーレプリカ E_R が減算され、残差信号 Z_S ($= e(t)$) が以下のように計算され、保存される(ステップS3)。

【0026】

$$e(t) = y(t) - h'^T(t) x(t) \quad \dots\dots (2)$$

適応フィルタ部102は、残差信号を用いてタップ係数を更新すると共に、更新時の更新量を計算する(ステップS4)。

【0027】更新は以下の式による。

【数1】

$$h(t+1) = h(t) + \frac{\alpha}{x(t)^T x(t) + \beta} e(t) x(t)$$

α ステップサイズ ($0 < \alpha < 2$)
 β 0除算を防ぐ小さな正の値

また、更新時の更新量は以下の式による。

【数2】

$$\delta h(t) = \frac{\alpha}{x(t)^T x(t) + \beta} e(t) x(t)$$

この式の値を係数更新量判定部109へ送出する。

【0028】係数更新量判定部109では、各タップ係数の更新量を一定時間観測し、時間平均で最大の更新量を示すタップ係数 $h_n(t)$ を探す(ステップS5)。

【0029】この時の $0 \sim n-1$ をエコーバスの初期遅延と判断する。これは以下の理由による。インパルス応答と初期遅延の関係を図2に示す。一般的なエコーバスのインパルス応答では、初期遅延部分で振幅が非常に小さく、ついでもっとも大きな振幅を持ち、その後、振動しつつ指数関数的に減衰するという特徴を、おおむね備えている。これに対して適用される適応フィルタ部102のタップ係数は、振幅のもっとも大きな部分でもっとも大きい係数更新量を生じる。このため、最大の更新量を

示すタップ係数 $h_n(t)$ を基準としてエコーバスの初期遅延を、上述のように判断することができる。

【0030】係数更新量判定部109は検出した初期遅延量 $n-1$ を初期動作制御部108に送る。初期動作制御部108は初期遅延量 $n-1$ から定数 m を減算して、確実に初期遅延となる値 $n-m-1$ をもって適応フィルタ102の動作を制御する(ステップS6)。なお、この定数 m の値は、振幅最大の部分を検出するためにオーバーラップしてしまう量や誤差等を考慮して、値 $n-m-1$ が確実に初期遅延量となるように、かつなるべく小さな数値になるように、予め設定する。

【0031】適応フィルタ102は、初期動作制御部108の制御によって、初期遅延を $d=n-m-1$ に設定する。これにより、タップ係数 $h'(t)$ の初期遅延分が

$$ER = h'^T(t) \times (t-d) \quad \dots\dots (5)$$

$x(t)$: 時刻 $t-d$ から過去 n 個までの遠端入力信号 R_{in}

加算器107で近端信号 $S_{in}' (=y(t))$ とエコーレプリカ ER が減算され、残差信号 $ZS (=e(t))$ が

$$e(t) = y(t) - h'^T(t) \times (t-d) \quad \dots\dots (6)$$

適応フィルタ部102は残差信号を用いてタップ係数を更新する。更新は以下の式による。

【数3】

$$h(t+1) = h(t) + \frac{\alpha}{x(t-d)^T x(t-d) + \beta} e(t)x(t-d)$$

α ステップサイズ ($0 < \alpha < 2$)

β 0除算を防ぐ小さな正の値

残差信号 ZS は遠端出力110から遠端出力信号 S_{out} として出力される。

【0036】ここまでは1周期として、信号入力を受け、上記通常動作を始めから繰り返す。

【0037】また、初期動作制御部108によって前述の初期化の条件が満たされたと判断された場合は、通常動作から上記初期動作に切り換え、初期動作を始めから繰り返す。

【0038】【第1実施形態の効果】前述のように、エコーバスの初期遅延を、適応フィルタ部102のタップ係数の更新量の変化によって判断するようにしたので、換言すれば、タップ係数の更新量がもっとも大きな時点より前の区間を初期遅延と判断するようにしたので、環境等によって変化する初期遅延量を正確に特定することができるようになる。

【0039】この正確に特定した初期遅延量に基づいて、適応フィルタの係数更新を、その初期遅延以降の区間で行うことにより、インパルス応答の初期遅延分のタップ係数を削減することができるので、従来のようにさまざまなエコーバスに備えて多くのタップ係数を確保する場合に比べて、より少ない計算量、メモリーを実現できる。

【0040】また、初期遅延分のタップ係数をインパルス応答のテールの部分に利用することで、エコーキャン

破棄され、内容が d 個づつシフトされる(ステップS7)。

【0032】初期遅延が確定した後、通常動作へ移行する(ステップS8)。通常動作時には係数更新量判定部109は動作に関連しない。また、初期動作制御部108は、初期化動作のタイミングの検出を前述の例に沿って行う。

【0033】(2)通常動作

適応フィルタ部102では、時刻 t におけるインパルス応答のタップ係数 $h'(t)$ と遠端入力信号 R_{in} 信号からエコーレプリカ ER を計算する。この時、初期遅延を d として初期遅延区間のタップ係数を計算しない。算出の式は以下の式による。

$$ER = h'^T(t) \times (t-d) \quad \dots\dots (5)$$

以下のように計算される。

$$e(t) = y(t) - h'^T(t) \times (t-d) \quad \dots\dots (6)$$

セラの消去量をさらに確保することも可能になる。

【0041】この結果、より少ないメモリー及び計算量でインパルス応答の適応が可能になり、ひいてはより長いインパルス応答への対応を実現することができる。

【0042】【第2実施形態】図4から図6に本発明の第2の実施形態を示す。なおここでも、エコーキャンセラに適用される適応アルゴリズムとして学習同定法を用いる。

【0043】本実施形態は、各タップ係数の更新量を小区間ごとに自乗加算して時間平均を求め、その平均値の変化に基づいてエコーバスの初期遅延を判断するものである。なお、このエコーキャンセラの全体構成は、上記第1実施形態のエコーキャンセラとほぼ同様である。

【0044】端子201よりサンプル単位に入力される遠端入力信号 R_{in} は、近端出力203から出力されると共に、適応フィルタ部202に入力される。近端出力203から出力される信号 $R_{out} (=R_{in})$ は近端のエコーバス204でエコー信号 ET を生じる。このエコー信号 ET が近端信号源205からの入力信号 S_{in} に近端入力206で加算され、近端信号 S_{in}' となる。

【0045】この近端信号 S_{in}' に対して、上記自乗加算による初期遅延を基に、適応フィルタ部202等でエコー消去処理を行う。具体的には次のようになっている。

【0046】(1)初期動作

以下に、図6のフローチャートをもとに初期動作を説明する。

【0047】初期動作制御部208は近端出力 R_{out} と近端信号 S_{in}' を受け、一定の基準に基づいて系の初期化を行い、初期動作を開始する。この基準の例は上記第1の実施形態と同様である。初期動作では、適応フィル

タのタップ係数をクリアし、初期遅延量をリセットし、係数更新量小区間積算部209のレジスタをクリアする(ステップS11)。

【0048】適応フィルタ部202は時刻 t におけるインパルス応答のタップ係数 $h'(t)$ と遠端入力信号 Rin 信号からエコーレプリカ ER を計算する(ステップS12)。算出の式は上記(1)式による。

【0049】加算器207で近端信号 Sin' とエコーレプリカ ER が減算され、残差信号 ZS が計算される(ステップS13)。この計算は上記(2)式による。

【0050】適応フィルタ部202は、残差信号 ZS を用いてタップ係数を更新すると共に、更新時の更新量を計算する(ステップS14)。タップ係数の更新は上記(3)式による。更新時の更新量は上記(4)式による。

【0051】適応フィルタ部202は、上記(4)式で求めた更新時の更新量を、係数更新量小区間積算部209へ送出する。

【0052】係数更新量小区間積算部209は、各タップ係数の更新量を一定の個数(k)ごとに自乗加算し、タップ係数区間ごとの一定時間の時間平均を求める(ステップS15)。

【0053】係数更新量判定部210は、各区間ごとの値を調べ、タップ係数の先頭側から見て、前の区間より値が大きくなるタップ係数区間 $hp(t)$ を探す(ステップS16)。このタップ係数区間 $hp(t)$ を発見できない場合は上記ステップS12から繰り返す。

【0054】タップ係数区間 $hp(t)$ を発見した場合は、その時の $0 \sim p-1$ のタップ係数区間をエコーバスの初期遅延と判断する。これは以下の理由による。インパルス応答と初期遅延の関係を図5に示す。一般的なエコーバスのインパルス応答では、初期遅延部分が振幅が非常に小さく、ついでもっとも大きな振幅を持ち、その後、振動しつつ指数関数的に減衰するという特徴を、おおむね備えている。これに対して適用される適応フィルタ部202のタップ係数は、振幅のもっとも大きな部分でもっとも大きい係数更新量を生じる。このため、更新量の k 個ごとの自乗和の平均を求めると、初期遅延区間では自乗和の平均は値が小さく、インパルス応答の振幅が大きな区間は自乗和の平均は値が大きくなる。特に自乗和の平均をとるため、初期遅延区間での値を確実に小さくでき、更新量が増加したところを際立たせることができると共に誤差を最小限に抑えることができる。この平均値が最大を示す区間を基準としてエコーバスの初期遅延を判断することができる。

【0055】係数更新量判定部210は検出した初期遅延量 $p-1$ を初期動作制御部208に送る。

【0056】初期動作制御部208は、初期遅延量 $p-1$ に区間個数 k を乗算して、初期遅延 $d = (p-1) \times k$ を求め、適応フィルタ202の動作を制御する(ステップ

S17)。

【0057】適応フィルタ202は、初期動作制御部208の制御によって、初期遅延 d を設定する。タップ係数 $h'(t)$ の初期遅延分を破棄し、内容を d 個づつシフトする(ステップS18)。

【0058】初期遅延が確定した後、通常動作へ移行する(ステップS19)。通常動作時には係数更新量小区間積算部209、係数更新量判定部210は動作に関連しない。また、初期動作制御部208は、初期化動作のタイミングの検出を前述の例に沿って行う。

【0059】(2)通常動作

適応フィルタ部202では時刻 t におけるインパルス応答のタップ係数 $h'(t)$ と遠端入力信号 Rin 信号からエコーレプリカ ER を計算する。この時、初期遅延を d として初期遅延区間のタップ係数を計算しない。算出の式は上記(5)式による。

【0060】次いで、加算器207で近端信号 Sin' とエコーレプリカ ER が減算され、残差信号 ZS が計算される。この計算は上記(6)式による。

【0061】適応フィルタ部202は上記残差信号 ZS を用いてタップ係数を更新する。更新は上記(7)式による。

【0062】残差信号 ZS は遠端出力211から遠端出力信号 $Sout$ として出力される。

【0063】ここまでを1周期として、信号入力を受け、上記した通常動作を始めから繰り返す。また、初期動作制御部208によって前述の初期化の条件が満たされたと判断された場合は上記初期動作から繰り返す。

【0064】【第2実施形態の効果】前述のように、エコーバスの初期遅延を、適応フィルタ部202のタップ係数の更新量の変化によって判断するようにしたので、換言すれば、タップ係数を複数の区間に区切って、区間ごとの更新量の自乗和の平均が変化する区間より以前を初期遅延と判断するようにしたので、環境等によって変化する初期遅延量を正確に特定することができるようになる。

【0065】この正確に特定した初期遅延量に基づいて、適応フィルタ部202の係数更新を、その初期遅延以降の区間で行うことにより、インパルス応答の初期遅延分のタップ係数を削減することができるので、従来のようにさまざまなエコーバスに備えて多くのタップ係数を確保する場合に比べて、より少ない計算量、メモリーを実現できる。

【0066】また、初期遅延分のタップ係数をインパルス応答のテールの部分に利用することで、エコーキャンセラの消去量をさらに確保することも可能になる。

【0067】この結果、より少ないメモリー及び計算量でインパルス応答の適応が可能になり、ひいてはより長いインパルス応答への対応を実現することができる。

【0068】さらに、更新量の観測を小区間ごとに行

い、その区間ごとにタップ係数を破棄、再利用するように構成することで、計算量を削減し、適応フィルタの初期遅延探索後の動作への切り替えを容易にすることができる。

【0069】【第3実施形態】図7に本発明の第3の実施形態を示す。なおここでも、エコーキャンセラに適用される適応アルゴリズムとして学習同定法を用いる。

【0070】本実施形態は第1の実施形態に初期化条件判断を追加したものである。このため、本実施形態では異なる部分のみを説明する。

【0071】初期化判定部311は入力信号 R_{in} 、近端信号 S_{in}' 、残差信号 ZS を観察して、エコーの存在する時にエコー消去量がとれなくなった場合に、初期化動作の開始を判定し、初期動作制御部に初期化の開始を指示する。電源投入直後や、外部からの初期化指示に対しても初期化開始を指示する。

【0072】初期動作制御部308は、初期化判定部311の指示に基づき、上記第1実施形態と同様の初期動作を開始する。初期動作では、適応フィルタ部302のタップ係数をクリアし、初期遅延量をリセットする。

【0073】この後、通常動作に移行するが、通常動作は上記第1の実施形態とほぼ同様である。なおここでも、初期動作制御部308に代わって、初期化判定部311が各入力信号を監視し、通常動作と初期動作の切り替えを判別する。

【0074】【第3実施形態の効果】前述の構成により、上記第1実施形態と同様の効果を奏する。

【0075】さらに、本実施形態では、エコーキャンセラ動作中のエコー消去量を監視して、エコー消去量がとれなくなった場合に初期化を行うことで、エコーパスの変動に速やかに追従することができるようになる。

【0076】【第4実施形態】図8に本発明の第4の実施例を示す。なおここでも、エコーキャンセラに適用される適応アルゴリズムとして学習同定法を用いる。

【0077】本実施形態は上記第2の実施形態に初期化条件判断を追加したものである。このため、本実施形態では異なる部分のみを説明する。

【0078】初期化判定部412は入力信号 R_{in} 、近端信号 S_{in}' 、残差信号 ZS を観察して、エコーの存在する時にエコー消去量がとれなくなった場合に、初期化動作の開始を判定し、初期動作制御部に初期化の開始を指示する。電源投入直後や、外部からの初期化指示に対しても初期化開始を指示する。

【0079】初期動作制御部408は、初期化判定部412の指示に基づき、上記第2実施形態と同様の初期動作を開始する。初期動作では、適応フィルタ部402のタップ係数をクリアし、初期遅延量をリセットし、係数更新量小区間積算部409のレジスタをクリアする。

【0080】この後、通常動作に移行するが、通常動作は上記第2の実施形態とほぼ同様である。なおここで

は、初期動作制御部408に代わって、初期化判定部412が各入力信号を監視し、通常動作と初期動作の切り替えを判別する。

【0081】【第4実施形態の効果】前述の構成により、上記第2実施形態と同様の効果を奏する。

【0082】さらに、本実施形態では、エコーキャンセラ動作中のエコー消去量を監視して、エコー消去量がとれなくなった場合に初期化を行うことで、エコーパスの変動に速やかに追従することができるようになる。

【0083】【変形例】なお、上記各実施形態では、適応アルゴリズムとして学習同定法を用いたが、本発明はこの学習同定法を限定するものではなく、LMS、RLS、カルマンフィルタ等の他の適応アルゴリズムを用いた場合でも、上記各実施形態同様の作用、効果を奏することができる。

【0084】

【0085】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係るエコーキャンセラによれば、次のような効果を奏することができる。

【0086】エコーパスの初期遅延を、適応フィルタ部のタップ係数の更新量の変化によって判断するようにしたので、環境等によって変化する初期遅延量を正確に特定することができるようになる。

【0087】この正確に特定した初期遅延量に基づいて、適応フィルタの係数更新を、その初期遅延以降の区間で行うことにより、インパルス応答の初期遅延分のタップ係数を削減することができるので、より少ない計算量、メモリーで、エコー消去処理を実現することができるようになる。

【0088】さらに、エコーキャンセラ動作中のエコー消去量を監視して、エコー消去量がとれなくなった場合に初期化を行うことで、エコーパスの変動に速やかに追従することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るエコーキャンセラを示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係るエコーパスのインパルス応答と初期遅延との関係を示す特性線図である。

【図3】本発明の第1実施形態の初期動作の流れを示すフローチャートである。

【図4】本発明の第2実施形態に係るエコーキャンセラを示すブロック図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係るタップ係数区間と区間自乗和平均との関係を示す特性線図である。

【図6】本発明の第2実施形態の初期動作の流れを示すフローチャートである。

【図7】本発明の第3実施形態に係るエコーキャンセラを示すブロック図である。

【図8】本発明の第4実施形態に係るエコーキャンセラ

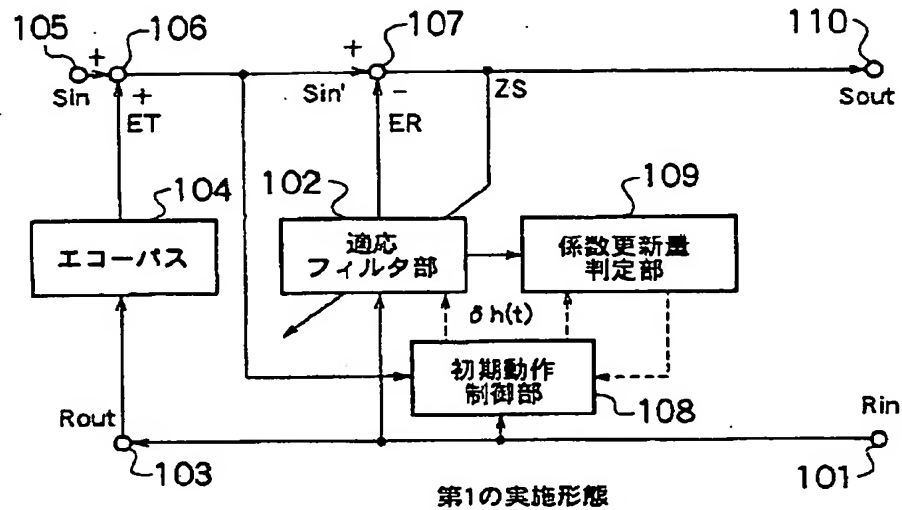
を示すブロック図である。

【符号の説明】

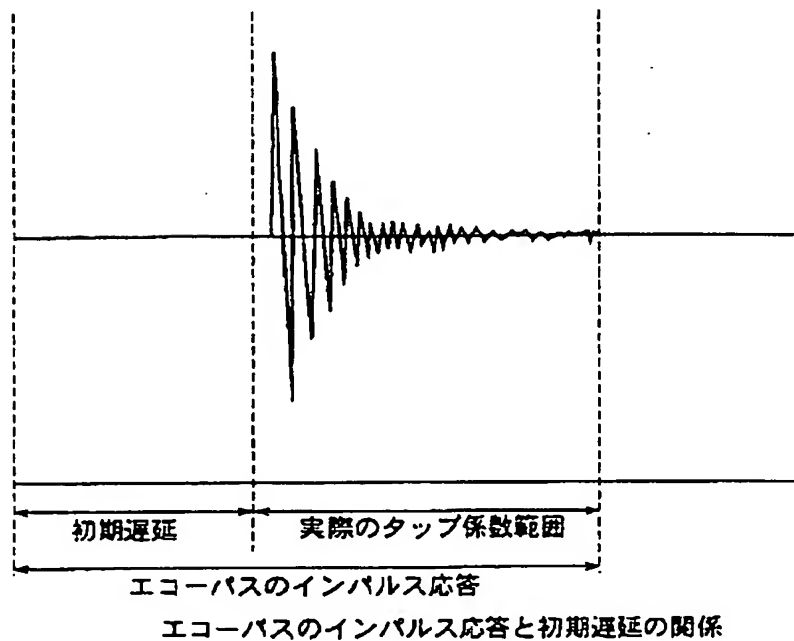
101 : 端子、102 : 適応フィルタ部、103 : 近端

出力、104 : エコーパス、105 : 近端信号源、106 : 近端入力、107 : 加算器、108 : 初期動作制御部、109 : 係数更新量判定部、110 : 遠端出力。

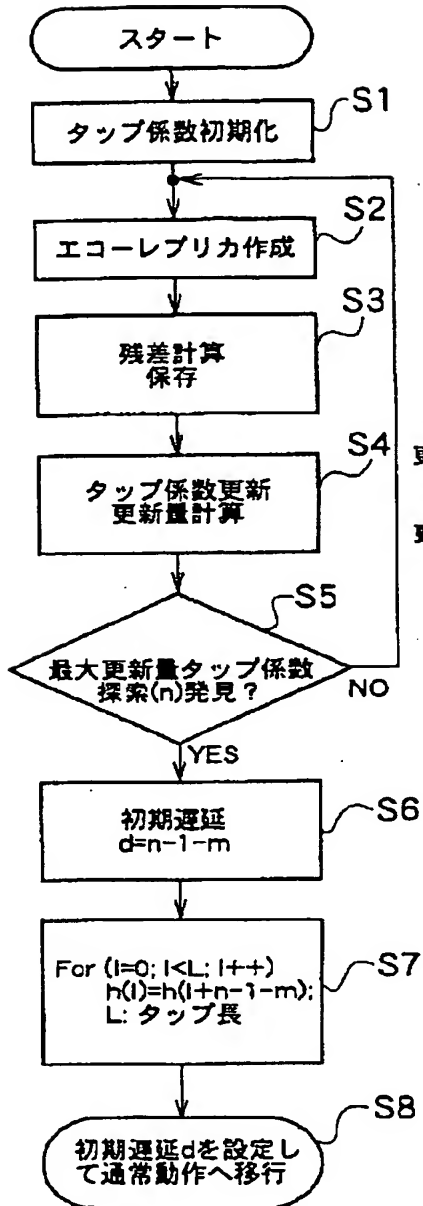
【図1】



【図2】

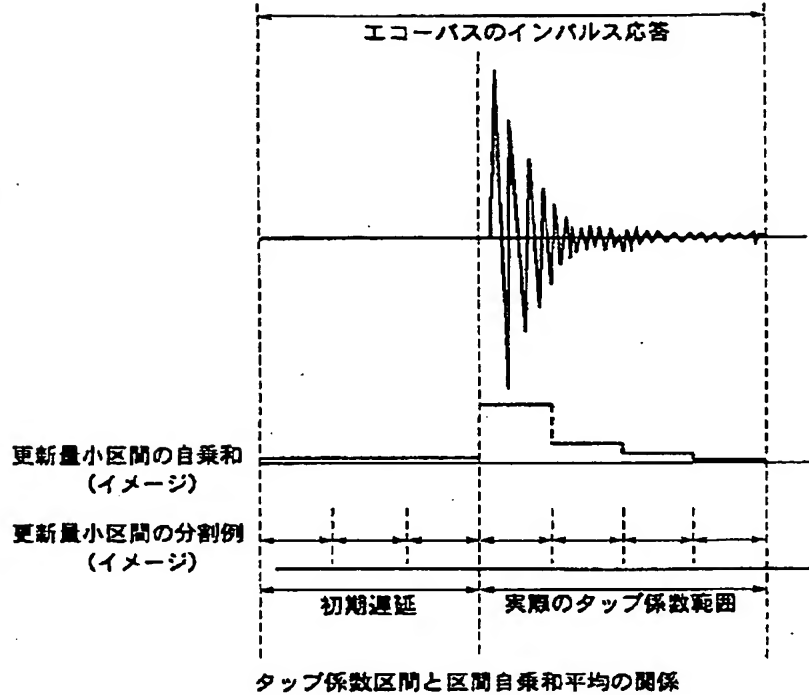


【図3】



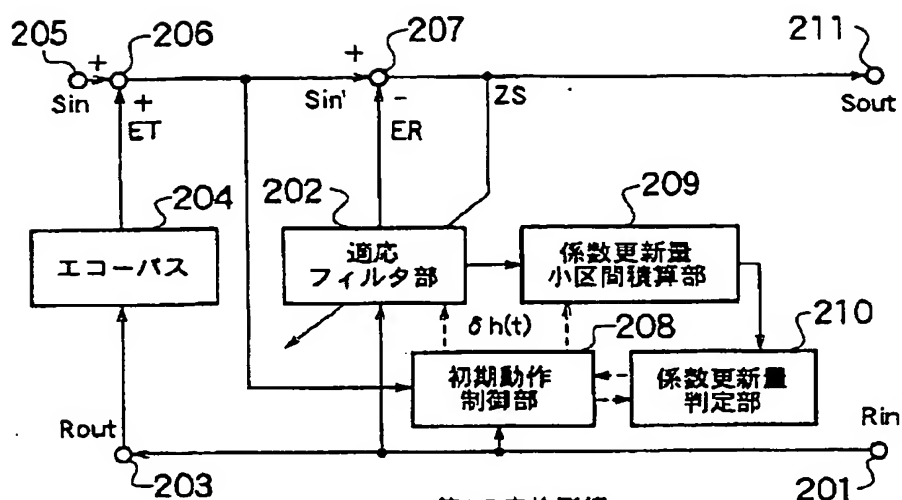
第1の実施形態の初期動作の流れ

【図5】

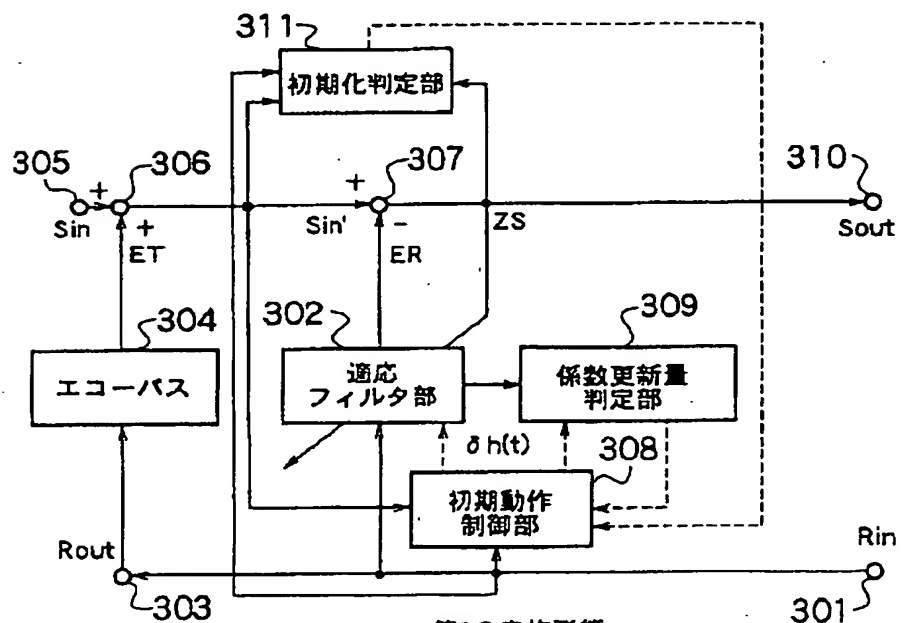


タップ係数区間と区間自乗和平均の関係

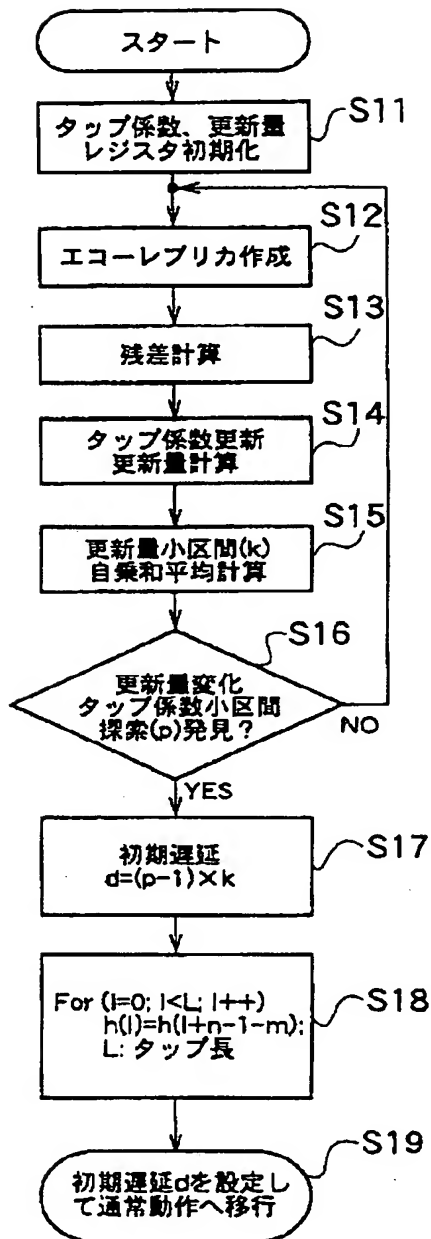
第2の実施形態



第3の実施形態



【図6】



第2の実施形態の初期動作の流れ

【図8】

